

## **POTENSI TUMBUHAN LIAR DI SEMPADAN TERBANGUN SUNGAI CILIWUNG DI KOTA BOGOR SEBAGAI UPAYA RESTORASI EKOSISTEM SUNGAI**

**Amarizni Mosyaftiani<sup>1,2</sup>, Kaswanto<sup>3</sup>, Hadi Susilo Arifin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Magister, Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Institute for Globally Distributed Open Research and Education (IGDORE)

<sup>3</sup>Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

### **RINGKASAN**

Tumbuhan liar di sempadan sungai dapat berupa tumbuhan asing/introduksi yang memiliki adaptasi yang tinggi untuk bisa tumbuh dan berkembang lebih cepat sehingga dapat mengganggu tumbuhan lokal. Di ekosistem perkotaan, tumbuhan asing/introduksi sering ditemukan tumbuh di sempadan sungai perkotaan sebagai ekosistem yang terganggu oleh aktivitas manusia. Tumbuhan tersebut mempunyai adaptasi dan ketahanan atau resiliensi untuk tumbuh di habitat yang berubah/terganggu/non-alami, baik akibat manusia atau alam. Pada umumnya, tumbuhan liar di sempadan sungai tersebut kehadirannya tidak dipedulikan. Namun, tumbuhan tersebut dapat bermanfaat bagi ekosistem sungai, diantaranya sebagai input biomasa/energi, fitoremediasi polutan dan filtrasi air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji spesies tumbuhan liar yang ada di sempadan Sungai Ciliwung yang terbangun oleh tebing batu, semen/beton dan potensinya dalam mendukung restorasi Sungai Ciliwung di Kota Bogor. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode random sampling menggunakan plot untuk mengeksplorasi spesies dan tutupan (*coverage*) spesies di empat lokasi sempadan sungai perkotaan yang berbeton/semen dan terbangun oleh permukiman penduduk di Sungai Ciliwung, Kota Bogor. Hasil penelitian menunjukkan tumbuhan liar yang ditemukan di sempadan terbangun Sungai Ciliwung Kota Bogor sebanyak 28 spesies: spesies introduksi/asing sebanyak 21 spesies dan spesies lokal sebanyak 7 spesies. Tiga spesies yang mempunyai tutupan terbesar berturut-turut yaitu *Pogonatherum crinitum*, *Mikania micrantha*, *Chromolaena odorata*. Spesies ini merupakan tanaman liar yang memiliki kemampuan fitoremediasi polutan di air sehingga dapat berfungsi untuk memperbaiki kualitas air dengan adanya pemulihan ekosistem sungai dengan melakukan rekayasa ekologi.

Kata kunci: Ciliwung, restorasi, tumbuhan liar, fitoremediasi, polutan

## PERNYATAAN KUNCI

- Aktivitas sosial dan ekonomi di Kota Bogor menyebabkan banyak masyarakat yang tinggal dan memadati pusat kota hingga menggunakan lahan di sempadan sungai Ciliwung di Kota Bogor. Hal ini berdampak mengurangi kemampuan ekosistem sempadan sungai dalam menyerap air dan menjalankan siklus biogeokimia di sungai.
- Ekosistem Sungai Ciliwung di Kota Bogor terganggu karena adanya bangunan yang merambah tepian sungai yang dapat memicu hilangnya habitat berbagai spesies yang mendukung kesehatan ekosistem sungai.
- Tepi sungai yang terbangun dinding penahan tanah mempunyai substrat yang berbeda dengan habitat alami sempadan sungai sehingga spesies tumbuhan memiliki adaptasi yang tinggi yang bertahan hidup di substrat berbatu.
- Tumbuhan liar yang ditemukan di tepi sungai Ciliwung yang terbangun oleh tembok dan beton sebagian besar merupakan tumbuhan introduksi yang berasal dari negara lain dan telah ternaturalisasi sejak lama.
- Kehadiran vegetasi sempadan sungai sangat penting dalam melindungi tanah dari erosi selama aliran air sungai tinggi karena ketika tumbuhan berada dalam

genangan air, aliran air tersebut rata dengan riparian yang kemudian tumbuhan tersebut berperan sebagai pelindung lanskap sempadan dari erosi dan dapat menangkap polutan yang terkandung dalam air Sungai Ciliwung.

## REKOMENDASI KEBIJAKAN

- Penyelamatan sempadan sungai Ciliwung dari lahan terbangun begitu penting karena berbagai jasa lanskap tersedia dan berdampak jangka panjang. Jasa lanskap yang diberikan oleh riparian kepada ekosistem perkotaan diantaranya menyediakan proses penyaringan polutan pada air dan udara, pencegah bencana banjir dan longsor, penyuburan tanah, penyedia habitat, pertanian, koridor migrasi hewan, peningkatan keindahan di perkotaan, dan rekreasi.
- Peraturan mengenai sempadan perlu ditinjau dan diterapkan dengan baik melalui kerjasama antar pihak hingga ke level masyarakat. Jika peraturan tidak diterapkan, urbanisasi yang terus terjadi secara cepat akan memperbesar peluang penambahan kehadiran bangunan berupa permukiman dan perumahan di sempadan sungai.
- Lebar riparian 15 meter, berdasarkan PP No.38/2011, dapat menjadi acuan dalam memelihara kualitas lingkungan

ekosistem sungai dan riparian di perkotaan. Namun, penentuan standar operasional prosedur dan aplikasi konservasi lahan dengan lebar riparian tersebut perlu dilakukan secara spesifik berdasarkan lokasi dan karakter ripariannya agar mendapatkan jasa lanskap/jasa ekosistem yang optimal.

- Kebijakan moratorium/penghentian pembangunan dinding penahan tanah yang baru di tepi sungai perlu dilakukan untuk menjaga nilai jasa lanskap sebagai penyerap polutan dan karbon pada sempadan sungai Ciliwung yang masih alami. Selain itu, edukasi pemindahan bangunan termasuk permukiman yang ada di sempadan sungai perlu terus diupayakan untuk mengembalikan fungsi kawasan lindung sempadan sungai Ciliwung yang telah diatur oleh undang-undang.
- Tumbuhan liar yang ditemukan di sempadan Sungai Ciliwung Kota Bogor dapat bermanfaat dalam pengelolaan dan rehabilitasi lanskap riparian. Vegetasi tersebut telah terlokalisasi di lanskap riparian perkotaan sehingga mempunyai fungsi sebagai habitat organisme, biofiltrasi dan asupan nutrisi dalam ekosistem sungai.

## I. PENDAHULUAN

Keseimbangan dan kesehatan fungsi ekosistem sangat penting dalam praktik pembangunan berkelanjutan (Sukwika *et al.* 2016). Sempadan sungai/riparian merupakan bagian dari ekosistem DAS yang berperan menentukan kesehatan dan fungsi sungai (Gildersleeve & Compton 2011). Pada sempadan sungai Ciliwung bagian tengah yang melewati Kota Bogor, kawasan terbangun telah mencapai 37,11% (Noviandi *et al.* 2017). Di sisi lain, kawasan riparian di sungai bagian tengah ini seharusnya berfungsi sebagai kawasan lanskap produktif yang dapat dimanfaatkan. Namun, banyak dinding penahan tanah (tanggul) buatan dibangun untuk menyangga hunian di tepi sungai.

Keberadaan dinding penahan tanah tersebut seharusnya berfungsi menahan erosi/longsor, namun banyak kasus longsor yang terjadi di tepi sungai di Kota Bogor, contohnya di Kelurahan Sempur (Noviandi *et al.* 2017). Potensi bahaya fisik pada sempadan sungai Ciliwung di Kota Bogor cukup tinggi mencapai 67% dan memiliki kualitas riparian alami yang rendah hingga mencapai 64% (Ruspindi 2011). Karena, keberadaan dinding penahan di sempadan sungai belum tentu dapat mengurangi risiko bahaya longsor. Ditambah lagi, Sungai Ciliwung bagian tengah yang memiliki karakter yang relatif lurus dibandingkan

bagian lainnya, sehingga kecepatan air lebih cepat. Dengan demikian, pengelolaan lanskap riparian dengan yang mempertimbangkan aspek ekologis sebesar-besarnya perlu didukung oleh teknologi sehingga membantu perbaikan kualitas ekosistem sungai.

Tantangan utama yang dihadapi yaitu pertumbuhan permukiman yang terus meningkat dan semakin padat di daerah riparian terutama tepi sungai di perkotaan. Sempadan sungai seharusnya menjadi ruang terbuka hijau (RTH) yang bebas bangunan. Namun saat ini daerah tersebut tidak lagi dipandang sebagai bagian muka yang perlu dipertahankan kesehatan ekologis dan keindahannya. Padahal banyak tumbuhan liar yang tumbuh dan adaptif yang dapat diteliti untuk bisa dimanfaatkan sebagai sarana restorasi/pemulihan kualitas ekosistem sungai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji spesies tumbuhan liar, yang ada di sempadan Sungai Ciliwung terbangun (oleh tebing batu, semen dan beton), yang potensinya dapat mendukung restorasi Sungai Ciliwung di Kota Bogor. Dengan demikian, penelitian ini memberikan data dalam mendukung restorasi/pemulihan sungai sehingga dapat meningkatkan kualitas lanskap sungai dan kehidupan masyarakat di sekitarnya.

## II. SITUASI TERKINI

Bangunan di sepanjang sempadan sungai Ciliwung sangat padat dan dibangun secara pribadi tanpa ada perencanaan dari pemerintah (Padawangi et al. 2016). Persentase luas bangunan yang berdiri di tepi sempadan sungai Ciliwung Kota Bogor sebesar 27% dan masih adanya lahan terbangun lainnya yang mencapai 11%, hal ini menjadi cerminan bahwa peraturan belum sepenuhnya dapat mengatasi dan mengurangi pembangunan permukiman di tepi sempadan sungai.

Lahan terbangun sepanjang riparian telah mencapai 12,98 ha dari 48,50 ha keseluruhan luas riparian Ciliwung di Kota Bogor dengan lebar 15 meter. Perluasan lahan terbangun, terutama permukiman, berpotensi akan terus terjadi jika tidak ada pengawasan pemerintah terhadap kawasan lanskap riparian ini. Di sisi lain, peraturan pemerintah daerah Kota Bogor No.8 Tahun 2011 menyebutkan bahwa sempadan sungai adalah ruang terbuka hijau milik publik. Kawasan RTH yang telah berubah fungsi perlu dikembalikan ke fungsi asalnya dan RTH yang ada perlu dipertahankan luasannya. Hal ini disebabkan vegetasi berkanopi dengan perakaran dalam sangat penting dalam mengurangi kehancuran lanskap riparian oleh daya renggang tanah, sehingga dengan adanya pohon dapat menguatkan dan menyeimbangkan kondisi

tanah dengan menangkap air, menyerap air ke dalam tanah dan meningkatkan drainase dalam tanah (Rutherford 1999).

### III. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2017 hingga Mei 2017. Lokasi penelitian ini yaitu di lanskap sempadan sungai Ciliwung di Kota Bogor. Terdapat 15 kelurahan yang dilewati oleh Sungai Ciliwung yaitu: Kelurahan Bantarjati, Babakan Pasar, Baranangsiang, Cibuluh, Katulampa, Kedung Badak, Kedung Halang, Lawang Gintung, Paledang, Sempur, Sindangrasa, Sukaresmi, Sukasari, Tanah Sareal dan Tajur. Pada penelitian ini, riparian/semipadan dan tepi Sungai Ciliwung yang diteliti dibagi ke dalam dua segmen, yaitu: Segmen Utara (SU) dan Segmen Selatan (SS) berdasar letak Kebun Raya Bogor (KRB) sebagai pusat Kota Bogor. Setiap segmen memiliki dua titik penelitian yang menjadi sampel lanskap sempadan sungai Ciliwung di Kota Bogor yang dilakukan dengan metode random sampling. Keempat lokasi tersebut yaitu lokasi 1 dan lokasi 2 termasuk segmen SS, lokasi 3 dan lokasi 4 termasuk segmen SU.

Penelitian ini menggunakan peralatan berupa pipa plot kuadrat, alat tulis, kamera, *Global Positioning System (GPS)*, meteran (*tape measurement*), perangkat lunak *SamplePoint*, *ArcMap 10.4*, *Microsoft Excel 2016* dan *Microsoft Word 2016*. Bahan yang digunakan

dalam penelitian ini berupa peta orthophoto sempadan sungai Ciliwung dan peta lokasi sampel yang didapatkan dari *Google Earth Pro*. Sebagai tambahan, data dan informasi dari berbagai sumber pustaka digunakan untuk memperkaya referensi penelitian ini. Sempadan sungai terbangun/buatan yaitu karakter riparian yang terdiri dari konstruksi bangunan permanen yang dibuat dari batu, semen/beton untuk menopang bangunan di atasnya, contohnya *gravity wall*, *masonry*. Tumbuhan yang diambil sampelnya yaitu tumbuhan yang melekat di dinding penahan tanah tersebut.

Setiap plot berukuran 1meter persegi, pencatatan jenis tumbuhan dan substratnya yang ada dalam titik plot tersebut dilakukan. Amatan dilakukan dengan mengidentifikasi tutupan spesies atau substrat yang ada dalam plot tersebut (Cavaillé *et al.* 2013). Kemudian, setelah pengambilan vegetasi sampel di lapang, vegetasi diidentifikasi hingga tingkatan spesies atau genus lalu dianalisis coverage/tutupannya dari perhitungan *software SamplePoint*.

### IV. ANALISIS DAN ALTERNATIF SOLUSI/PENANGANAN

Hasil dari analisis vegetasi di sempadan sungai terbangun dinding tepi sungai dan perumahan pada empat sampel lokasi menunjukkan terdapat 28 spesies tumbuhan di tepi sempadan sungai yang terbangun: 21

spesies merupakan tumbuhan introduksi/asing dan 7 spesies merupakan tumbuhan lokal/asli Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bahwa tepi sungai yang dibangun dapat dikatakan mempunyai kondisi dengan gangguan yang tinggi karena dinding penahan di tepi sungai dibangun dengan substrat yang berbeda dengan habitat alami sempadan sungai sehingga memiliki keragaman jenis tumbuhan yang relatif rendah. Spesies yang dapat hidup di substrat batu dan semen mempunyai adaptasi untuk tumbuh dan bertahan dalam kondisi ekstrim, sehingga spesies ini memiliki kompatibilitas tinggi dan adaptif hidup di substrat/habitat yang keras seperti batu atau beton dengan kondisi kering.

Tepi sungai buatan memiliki substrat batuan yang sangat dominan. Hal ini menandai kondisi substrat yang menjadi ciri tepi sungai terbangun. Tepi sungai buatan dibangun menggunakan batu dan semen/beton sebagai elemen utama untuk membangun dinding penahan tanah. Berbagai spesies yang dapat bertahan di kawasan yang terganggu seperti di lanskap

riparian perkotaan, mempunyai kemampuan adaptif yang luas, pada kondisi kekeringan dan basah, lembab atau kesuburan tanah yang rendah. Terlebih lagi, beberapa diantara tumbuhan liar ditemukan sebagai tanaman gulma di lanskap pertanian. Bagaimanapun vegetasi tersebut dapat bermanfaat pula dalam pengelolaan dan rehabilitasi lanskap riparian. Karena, vegetasi tersebut telah terlokalisasi di lanskap riparian perkotaan sehingga mempunyai fungsi untuk habitat organisme, biofiltrasi dan asupan nutrisi dalam ekosistem sungai (Adams et al. 2005).

Tepi sungai buatan meningkatkan gangguan terhadap proses ekologis dan menurunkan kontinuitas ekologis yaitu dengan menimbulkan adanya gap pada suatu ekosistem yang dapat memicu regenerasi, namun bersifat destruktif jika gap tersebut terjadi secara intensif. Fenomena ini mempengaruhi hilangnya habitat dan degradasi keragaman spesies. Dengan begitu, banyak spesies eksotik/alien yang mulai muncul secara luas jika gangguan terjadi secara intensif (Cavaillé *et al.* 2013).

**Tabel 1.** Spesies tumbuhan di sempadan Sungai Ciliwung terbangun di Kota Bogor.

| No. | Spesies                        | Coverage | Origin                          | Habitat  |
|-----|--------------------------------|----------|---------------------------------|--|
| 1   | <i>Pogonatherum crinitum</i>   | 52.80%   | Indonesia                       | Hutan hujan, padang rumput, daerah terbuka.  |
| 2   | <i>Mikania micrantha</i>       | 27.27%   | Amerika Tengah/Selatan          | Daerah perkotaan, sungai, pinggir jalan, gulma besar di Indonesia.   |
| 3   | <i>Chromolaena odorata</i>     | 15.73%   | Amerika Tengah/Selatan          | Zona riparian, terganggu, semak/semak.   |
| 4   | <i>Commelina sp.</i>           | 6.60%    | Tropis/Subtropis, Asia Tenggara | Perkebunan dan lahan non-tanaman.  |
| 5   | <i>Nephrolepis hirsutula</i>   | 5.47%    | Pulau Fiji                      | Tempat yang terganggu.   |
| 6   | <i>Asystasia nemorum</i>       | 5.20%    | Daerah Tropis                   | Sangat umum di hutan semak dan semak belukar.  |
| 7   | <i>Piper aduncum L.</i>        | 5.07%    | Tropical America                | Spesies perintis, spesies ini ditemukan di daerah terganggu di sepanjang pinggir jalan.                                  |
| 8   | <i>Synedrella nodiflora</i>    | 4.00%    | Tropical America                | Pinggir jalan, tanah yang terdapat limbah.   |
| 9   | <i>Ageratum conyzoides</i>     | 3.20%    | Amerika Tengah/Selatan          | Di lahan terdegradasi, lahan basah dan non-lahan basah, lembab, tanah bermineral, dan tidak akan tumbuh di tempat teduh. |
| 10  | <i>Asplenium scolopendrium</i> | 3.20%    | Eropa Tengah dan Selatan        | Sering membentuk sekumpulan besar di bawah   |

| No. | Spesies                          | Coverage | Origin                 | Habitat  |
|-----|----------------------------------|----------|------------------------|--|
|     |                                  |          |                        | pohon di antara batuan dan Sungai.   |
| 11  | <i>Christella dentata</i>        | 2.67%    | Indonesia              | Daerah basah yang terganggu atau terbuka, daerah perkotaan   |
| 12  | <i>Manihot esculenta</i>         | 2.53%    | Amerika Selatan        | Tropis basah   |
| 13  | <i>Centrosema pubescens</i>      | 1.87%    | Tropis Amerika Selatan | Matahari penuh, air cukup  |
| 14  | <i>Pityrogramma calomelanos</i>  | 1.87%    | Amerika Tengah/Selatan | Toleran terhadap kondisi air yang berlimpah  |
| 15  | <i>Echinochloa sp.</i>           | 1.53%    | Daerah Tropis          | Jalan, kondisi terganggu, daerah limbah dan padang rumput, bersaing dengan vegetasi asli.                |
| 16  | <i>Pilea nummulariifolia</i>     | 1.53%    | Tropical America       | Habitat terbaik di lingkungan yang lembab.   |
| 17  | <i>Hyptis capitata</i>           | 1.47%    | Oceania                | Lahan pertanian yang rusak, di sepanjang jalan dan jalur di hutan hujan dataran rendah.                  |
| 18  | <i>Isotoma longiflora Presi.</i> | 1.33%    | Caribbean              | Tumbuh liar di saluran air atau sungai, sawah, di sekitar pagar dan tempat lain yang lembab dan terbuka. |
| 19  | <i>Cecropia peltata</i>          | 1.27%    | Amerika Tengah/Selatan | Ditemukan di habitat basah seperti zona riparian dan hutan hujan kering yang tersisa.                    |



| No. | Spesies                     | Coverage | Origin                 | Habitat   |
|-----|-----------------------------|----------|------------------------|---|
| 20  | <i>Peperomia pellucida</i>  | 0.60%    | Tropical America       | Teduh, tempat basah, lembab atau semak basah atau hutan campuran, sering tumbuh di tanah limbah dan perumahan.                                  |
| 21  | <i>Pteris venusta</i>       | 0.53%    | Indonesia              | Tanah asam di hutan terbuka.  |
| 22  | <i>Ardisia crenata</i>      | 0.47%    | Asia Timur             | Hutan, lereng bukit, lembah, daerah semak belukar, tempat lembab, hutan sekunder.   |
| 23  | <i>Rungia blumeana</i>      | 0.40%    | Indonesia              | Basah, daratan/daerah lembab.   |
| 24  | <i>Wedelia montana</i>      | 0.33%    | Indonesia              | Hutan berpasir/ <i>shoreline</i> , tanah berair, tanah kering/kekeringan.   |
| 25  | <i>Ruellia malacosperma</i> | 0.33%    | Mexico/Amerika Selatan | Saluran air, vegetasi riparian, bendungan, Kolam, lahan basah dan parit drainase di daerah sub-tropis dan tropis.                               |
| 26  | <i>Pteris tremula</i>       | 0.27%    | Australia/New Zealand  | Daerah terlindung dan hutan   |
| 27  | <i>Paspalum conjugatum</i>  | 0.13%    | Tropical America       | Toleransi terhadap naungan moderat.   |
| 28  | <i>Muntingia calabura</i>   | 0.07%    | Mexico/Amerika Selatan | Iklim tropis di daerah dataran rendah yang terganggu, tumbuh subur di tanah yang buruk, mampu mentolerir kondisi asam dan alkali dan kekeringan |

Diantara tutupan lahan spesies tumbuhan liar, spesies yang memiliki persentasi lebih besar atau sama dengan 10% memiliki coverage dan peran yang lebih besar terhadap komunitas dan ekosistem (Barbour et al. 1987). Spesies vegetasi lantai yang paling besar tutupannya di tepi sungai buatan yaitu *Pogonatherum crinitum* (52,80%), *Mikania micrantha* (27,27%), dan *Chromolaena odorata* (15,73%) adalah tiga spesies dengan tutupan vegetasi terbesar pada tepi sungai buatan. Spesies *Pogonatherum crinitum* merupakan fitoremediasi yang dapat menyerap polutan dalam air, khususnya *fluoride*. *Mikania micrantha* yang mempunyai kemampuan fitostabilisasi PB, CD, Cu, Zn. Di sisi lain, *Chromolaena odorata* pun memiliki kemampuan untuk menjadi pupuk kompos yang sangat baik.

Konstruksi bangunan di sempadan sungai mengancam keragaman vegetasi. Artinya lanskap riparian bisa kehilangan berbagai fungsi ekologis yang mempunyai jasa lanskap yang besar sebagai penyumbang nutrisi dalam ekosistem sungai, mengatasi polusi udara, menyerap polutan di air dan meningkatkan produktivitas lanskap bagi keuntungan manusia (Cavaillé et al. 2013).

Restorasi sungai dalam konteks penerapan di Indonesia mencakup perbaikan secara hidrologi, ekologis, morfologi dan sosial. Restorasi aspek hidrologi yaitu

perbaikan dari kualitas dan kuantitas air, aspek ekologis yaitu mencakup kualitas dan kuantitas flora dan fauna, aspek morfologi yaitu perbaikan alur sungai dan riparian/tebing sungai, dan aspek sosial mencakup perbaikan pemahaman masyarakat terhadap sungai (Maryono 2017). Dalam penelitian ini, restorasi aspek ekologis dan morfologi dengan pendekatan restorasi sungai menjadi fokus pada kondisi tepi alami, semi-alami dan terbangun di lanskap sempadan sungai Ciliwung di Kota Bogor. Upaya restorasi sungai yang dapat dilakukan tepi sungai terbangun yaitu memelihara lanskap riparian dan tepi sungai yang masih alami sehingga dapat merasakan manfaat dari jasa lanskap tersebut melalui pendekatan desain ekologis yang berfungsi untuk meningkatkan nilai jasa lanskap di lanskap riparian dan tepi alami Sungai Ciliwung di Kota Bogor. Restorasi sungai memungkinkan adanya proses integrasi antar masyarakat perkotaan untuk memelihara lanskap riparian di sekitarnya (Bergen et al. 2001).

Penghilangan tumbuhan lokal dan materi organik berupa pohon-pohon besar dari sungai menyebabkan degradasi ekologis dan geomorfologis. Rehabilitasi dapat dilakukan untuk mengatasi degradasi tersebut dengan menggunakan kombinasi vegetasi yang sudah ada dan eksperimen di lapangan. Faktor yang dipertimbangkan

dalam rehabilitasi sempadan sungai mencakup gangguan banjir, zonasi vegetasi, suksesi vegetasi, komposisi substrat, lebar koridor tanaman, teknik penanaman, regenerasi tumbuhan asli, rekrutmen materi organik berupa pohon (*large woody debris*) dan pengelolaan ekosistem secara adaptif. Pendekatan ini dapat menjadikan alternatif solusi rehabilitasi dan restorasi Sungai Ciliwung di Kota Bogor, seperti di Sungai Hunter Valley yang telah berhasil dilakukan (Pan *et al.* 2016). Selain itu, strategi monitoring kualitas air sungai berdasarkan kriteria terstandar, seperti WQI (*Water Quality Index*) atau Indeks Kualitas Air, perlu dilakukan beriringan dengan rehabilitasi sempadan sungai agar perbaikan kualitas ekosistem sungai dapat terukur (Kaswanto *et al.* 2012).

Upaya rekayasa ekologis yang dapat dilakukan di tepi sungai terbangun dinding penahan tanah, yaitu menambahkan fungsi ekologis dari konstruksi yang telah ada dengan merevitalisasi dinding penahan tanah yang sudah terbangun dinding penahan tanah yang berpotensi mempunyai fungsi sebagai penahan longsor, namun tidak ada manfaat bagi keberlanjutan dan peningkatan kesehatan Sungai Ciliwung. Perlu adanya dinding penahan tanah yang ada berpotensi mempunyai peran yang berarti dalam meningkatkan jasa lanskap riparian, seperti *Bio-Retaining Wall* yang mempunyai potensi

untuk memfiltrasi air buangan rumah tangga dengan vegetasi liar yang telah diteliti ini (Mosyaftiani 2018).

Pada kenyataannya dalam ekosistem perkotaan, vegetasi alien dan invasif tidak mudah ditangani. Bahkan, spesies-spesies tersebut menjadi umum hadir di ekosistem perkotaan yang memiliki karakter disturbansi yang besar, termasuk banyaknya pembangunan pada riparian sungai yang memicu adanya perubahan komponen vegetasi dan distribusi vegetasi asing. Pengelolaan ekosistem perkotaan secara ekologis termasuk pada lanskap sempadan sungai perlu perencanaan, desain dan manajemen yang terukur. Ilmu mengenai ekosistem sangat penting menjadi dasar untuk perencanaan. Kealamian menjadi basis pemikiran dalam desain lanskap dan pemahaman mendalam mengenai lanskap yang ekologis, termasuk aplikasi vegetasi di dalamnya sebagai penyusun penting ekosistem sempadan sungai, menjadi salah satu ukuran dalam keberhasilan restorasi sungai dan pengelolaan lanskap kawasan tersebut (Baschak & Brown 1995). Komponen ini perlu didukung dengan kerangka pengetahuan ekologis pada elemen lanskap secara rinci dan mendalam yang perlu dimiliki berbagai *stakeholder* sehingga menghasilkan kebijakan pembangunan yang mendukung keseimbangan ekosistem dan kelestarian lingkungan secara nyata untuk

dapat mendukung perekonomian, kesejahteraan masyarakat dan kesehatan lingkungan yang berkelanjutan (UNEP 2010).

## REFERENSI

- Adams LW, VanDruff LW, Luniak M. 2005. Managing urban habitats and wildlife. *Urb Wildl* 714–739.
- Barbour MG, Burk JH, Gilliam FS & Schwartz MW. 1987. Ch. 9 Methods of sampling the plant community. In *Terre Pla Ecol* 3rd ed., pp. 210–239.
- Bergen SD, Bolton SM, Fridley JL. 2001. Design principles for ecological engineering. *Ecol Eng.* 18: 201–210.
- Baschak L & Brown R. 1995. An ecological framework for the planning, design and management of urban river greenways. *Lands Urb Plan* 33: 211–225.
- Cavaillé P, Dommanget F, Daumergue N, Loucougaray G, Spiegelberger T, Tabacchi E, Evette A. 2013. Biodiversity assessment following a naturality gradient of riverbank protection structures in French prealps rivers. *Ecol Eng.* 53:23-30.
- Gildersleeve RR, Compton P. 2011. Managing pastures for water quality: Understanding Riparian Area. *Winsconsin (US): UW Extension.*
- Kaswanto RL, Arifin HS, Nakagoshi N. 2012. Water quality index as a simple indicator for sustainability management of rural landscape in West Java, Indonesia. *Intl. Jour. Environ. Prot.* 12:17-27.
- Maryono A. 2017. Pengelolaan kawasan sempadan sungai. Dengan pendekatan integral: peraturan, kelembagaan, tata ruan, sosial, morfologi, ekologis, hidrologi dan keteknikan. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Mosyafitiani A, Kaswanto, Arifin HS. 2018. Bio-Retaining wall as an adaptive design of constructed riverbank intosustainable urban riparian landscape management. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 179 012015
- Noviandi TUZ, Kaswanto, Arifin HS. 2017. Riparian landscape management in the midstream of Ciliwung River as supporting Water Sensitive Cities program with priority of productive landscape. *IOP Conference Series: Eart Env Sci.* 91:1-8
- Padawangi R, Turpin E, Herlily, Prescott MF, Lee I, Shepherd A. 2016. Mapping an alternative community river: The case of the Ciliwung. *Sust Cit Socie* 20: 147–157.
- Pan B, Yuan J, Zhang X, Wang Z, Chen J, Lu J, Yang W, Li Z, Zhao N, Xu M.

2016. A review of ecological restoration techniques in fluvial rivers. *Intl J Sed Res.*31: 110–119.

Ruspendi D. 2011. Perencanaan Lanskap Sempadan Sungai Ciliwung Untuk Peningkatan Kualitas Lingkungan Alami di Kota Bogor. Departemen Arsitektur Lanskap. Bogor (ID): IPB.

Rutherford I, Abernethy B, Prosser I. 1999. Stream erosion. Riparian land management technical guidelines: volume one, principles of sound management. Canberra (AU): Land and Water Resources Research and Development Corporation. 61-78.

Sukwika T, Darusman D, Kusmana C, Nurrochmat DR. 2016. Evaluating the level of sustainability of privately managed forest in Bogor, Indonesia. *Biodiversitas*, Vol. 17 (1) 2016.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2010. Ecosystem management: The role of ecosystem in developing a sustainable 'green economy'. Nairobi (KE): UNEP.